

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento

ISSN 0100-6460

92

**Circular  
Técnica**

*Campina Grande, PB  
Agosto, 2006*

**Autores**

**Maria da Conceição Santana Carvalho**  
Eng. Agr., D. Sc., Pesquisadora da  
Embrapa Algodão, Núcleo de Goiás.  
C.P. 714, 74001-970 Goiânia, GO.  
E-mail: mcscarva@cnpa.embrapa.br

**Gilvan Barbosa Ferreira**  
Eng. Agr., D.Sc., Pesquisador da  
Embrapa Roraima, BR 174, km 08,  
Distrito Industrial, C.P. 133, CEP  
69.301-970, Boa Vista - RR.  
E-mail: gilvan@cpafrr.embrapa.br

**Embrapa**

**FUNDAÇÃO GO**



**FIALGO**  
Fundo de Incentivo  
à Cultura do Algodão em Goiás

## Calagem e Adubação do Algodoeiro no Cerrado



A correção da acidez do solo e a adubação mineral têm custo elevado no cultivo do algodoeiro no Cerrado, atingindo valores da ordem de 20 a 30% do custo total de manejo da cultura. Neste contexto, o manejo eficiente da adubação é essencial para alta produtividade, redução de custo por arroba de algodão produzido e

viabilização dos sistemas de produção existentes no Cerrado.

O uso racional de corretivos e fertilizantes depende da disponibilidade de nutrientes no solo, da exigência nutricional da cultura, dos fatores que afetam a sua eficiência, das relações econômicas entre os preços da pluma e dos insumos, além do impacto sobre o meio ambiente. O manejo cuidadoso, técnico e responsável, é essencial para o aumento da produtividade, rentabilidade do produtor e sustentabilidade da produção, ao longo dos anos.

Por outro lado, como a expansão da área cultivada com algodão no Cerrado é recente, os trabalhos de pesquisa ainda são insuficientes para permitir um padrão definido de recomendação de adubação, um dos fatores que têm levado os produtores a utilizarem elevadas doses de fertilizantes, buscando alta produtividade, independentemente do nível de fertilidade do solo, da cultivar plantada e do potencial produtivo de cada região. Neste capítulo serão apresentadas sugestões de calagem e adubação, baseadas em resultados de pesquisas recentes realizadas nas condições edafoclimáticas dos principais estados produtores da região do cerrado.

### Amostragem de Solos para Fins de Avaliação da Fertilidade

A análise de solo é a ferramenta mais adequada para o correto dimensionamento das quantidades de nutrientes a serem aplicadas na cultura, especialmente para P, K, Ca, Mg, B, Cu, Mn e Zn, além de diagnosticar problemas de toxicidade de alguns elementos. Para que os resultados de uma análise química de solo sejam utilizados para fins de recomendação de adubação, é essencial que as amostras de solo representem adequadamente a área, gleba ou talhão a ser cultivado, motivo por que, a coleta de amostras deve ser realizada com cuidado, obedecendo instruções baseadas em critérios técnicos.

Recomenda-se, na agricultura convencional, o esquema de amostragem ao acaso, no qual a área a ser amostrada deve ser dividida em glebas de até 10

hectares, homogêneas quanto ao uso anterior, declividade, tipo de solo e aspecto geral da vegetação. As glebas são percorridas em ziguezague, coletando-se 15 a 20 amostras simples, que devem ser misturadas para formar uma amostra composta, da qual se separa cerca de 0,50 kg para ser enviado ao laboratório. Os pontos seguintes devem ser observados:

- i) coletar sempre na mesma profundidade e volume de solo;
- ii) evitar os locais próximos de estrada, terraços e pontos de estocagem de adubo e corretivos;
- iii) separar as áreas homogêneas de um mesmo talhão quando cultivado com duas culturas ou em parte irrigado e outra em sequeiro;
- iv) retirar plantas e restos culturais da superfície. É recomendável que a amostragem seja feita sempre no mesmo período do ano para acompanhar a evolução da fertilidade no decorrer do tempo.

Para aplicação das tecnologias da agricultura de precisão utiliza-se o esquema de amostragem sistemática, o qual é mais adequado para avaliar a variabilidade espacial das propriedades do solo em determinada área da propriedade. O método mais usado consiste na divisão da área em quadrículas ou células de amostragem, gerando uma grade predeterminada e georreferenciada de onde são retiradas as amostras de solo. Dentro de cada quadrícula ou célula, a amostragem pode ser feita ao acaso ou em um raio de 3 a 6 m de um ponto central, coletando-se várias amostras simples para formar uma amostra composta. A recomendação do espaçamento das grades para amostragens de solo, varia de 60 x 60 m a 135 m x 135 m, dependendo da precisão desejada e dos custos associados à coleta e à realização das análises.

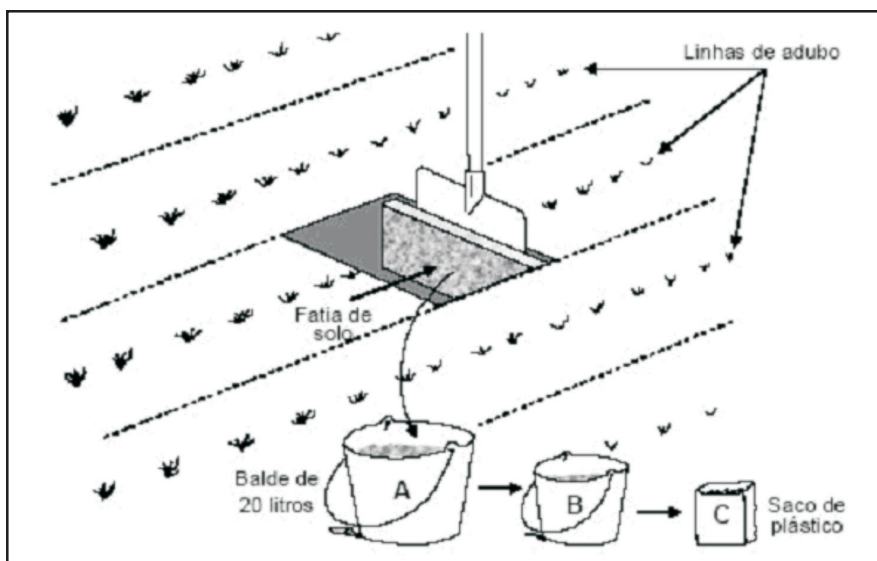
A escolha do equipamento adequado para a coleta de amostras vai depender do tipo e da umidade do solo. O trado holandês apresenta bom desempenho em todos os tipos de solo; o trado de rosca e o trado calador são mais apropriados para solos arenosos e úmidos, enquanto a pá-de-corte e o enxadão, embora sejam mais simples e de fácil aquisição, requerem mais tempo para a coleta adequada das amostras. Além desses equipamentos manuais têm sido disponibilizados, aos produtores, equipamentos automatizados, alguns dos quais equipados com GPS.

A amostragem deve ser feita logo após a colheita da cultura de verão, no início do período seco, o que dará tempo para se enviar a amostra ao laboratório credenciado e receber os resultados para o planejamento da safra seguinte. Tem-se observado, no entanto, que as análises de solo realizadas em amostras retiradas logo após a colheita e destruição da soqueira do algodão, tendem a superestimar a necessidade de adubação, sobretudo com potássio, pois não levam em consideração as quantidades de nutrientes reciclados pelos restos culturais, até a época de plantio.

Como o algodoeiro é uma cultura que exige um perfil de solo corrigido, nas áreas novas (pastagem degradada ou primeiro cultivo após abertura de cerrado) a amostragem deve ser realizada nas camadas 0-20 cm, 20-40 cm e 40-60 cm. Nas áreas já cultivadas vários anos, a profundidade de amostragem dependerá do sistema de manejo do solo (convencional ou plantio direto); no sistema convencional, as amostras devem ser coletadas anualmente, na camada 0-20 cm e também a 20-40 cm, pelo menos a cada dois anos, para se avaliar a disponibilidade de enxofre e detectar qualquer impedimento químico para o crescimento das raízes.

### **Amostragem no sistema plantio direto (SPD)**

No SPD, a aplicação de calcário na superfície, dos fertilizantes a lanço ou em linha, e a manutenção da palha na superfície do solo, são fatores que aumentam a variabilidade dos índices de fertilidade do solo em comparação com o sistema convencional, determinando a formação de um gradiente de fertilidade no sentido vertical, principalmente nos teores de matéria orgânica, fósforo e potássio. Por isso, para se avaliar a fertilidade do solo visando à recomendação de calagem e adubação do algodoeiro em áreas de sistema de plantio direto, sugere-se que as amostragens sejam realizadas nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm e a coleta de amostras, com pá-de-corte, perpendicular ao sentido da linha, numa faixa correspondente à largura da entrelinha da última cultura, conforme ilustrado na Figura 1. Deve-se retirar uma fatia fina de solo (aproximadamente 5 cm) em 15 locais por gleba, para formar uma amostra composta. A pá-de-corte pode ser substituída pela coleta com trado calador numa linha transversal às linhas de semeadura, coletando-se um ponto no centro e três de cada lado, se for soja, ou um no centro e seis de



**Fig. 1.** Esquema de amostragem de solo em áreas sob sistema plantio direto adubadas em linha

Fonte: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO (1995)

cada lado, caso se trate de milho ou algodão. Havendo interesse em desconsiderar o fertilizante remanescente da última adubação, a coleta também pode ser realizada apenas na entrelinha, usando-se trado calador ou pá-de-corte. O uso de trado de rosca ou trado holandês tende a provocar alta variabilidade nos resultados, diminuindo a precisão da análise de solo para fins de recomendação de adubos e corretivos.

## Diagnose Foliar

Basicamente, a diagnose foliar consiste em determinar a concentração dos nutrientes nas folhas e comparar os resultados através de tabelas de interpretação, geradas pela pesquisa. Trata-se de uma ferramenta essencial para a avaliação do estado nutricional do algodoeiro e da disponibilidade de nutrientes no solo, devendo ser usada em conjunto com a análise do solo e o histórico de uso da área, visando a uma recomendação de adubação que proporcione a máxima eficiência econômica. Os teores de nutrientes presentes nas folhas refletem as condições de fertilidade dos solos e da adubação a que a cultura foi submetida. Como a concentração de nutrientes varia também com o órgão analisado e com sua idade fisiológica, é necessário padronizar e seguir este critério para se ter uma amostra representativa.

Em geral, recomenda-se a coleta de 25 folhas por área homogênea, colhidas de 25 plantas diferentes, sendo a folha retirada da 5ª posição do caule principal, contada a partir do ápice, durante o período de máximo florescimento (cerca de 80 a 90 dias da germinação); esta folha se encontra recém-madura e em equilíbrio fisiológico. Os teores de nutrientes considerados adequados para o algodoeiro são apresentados na Tabela 1, cujos valores são consistentes com o que vem sendo observado no campo. Na Tabela 2 são indicados os teores medidos em lavouras de alta produtividade.

**Tabela 1.** Teores adequados de nutrientes usados na interpretação dos resultados de análise da 5ª folha do algodoeiro, no estágio de máximo florescimento

N	P	K	Ca	Mg	S
g/kg					
35 a 43	2,5 a 4,0	15 a 25	20 a 35	3 a 8	4 a 8
B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
mg/kg					
30 a 50	5 a 25	40 a 250	25 a 300	0,5 a 1,0	25-200

Fonte: Silva e Raij (1996) e Malavolta (1987)

**Tabela 2.** Teores foliares de nutrientes medidos em lavouras de alta produtividade

N	P	K	Ca	Mg	S
g/kg					
40 a 45	3 a 4	20 a 25	25 a 35	4 a 8	4 a 6

B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
mg/kg					
40 a 80	10 a 15	80 a 250	35 a 80	1,0	30 a 40

Fonte: Yamada et al. (1999)

## Correção da Acidez do Solo

### Calagem

O algodoeiro é muito sensível à acidez do solo e à presença de alumínio trocável, além de exigente em cálcio, elemento essencial ao desenvolvimento das raízes. A calagem é a prática adequada para solucionar este problema e tem o objetivo de corrigir a acidez, neutralizar o alumínio trocável, elevar a saturação por bases e fornecer cálcio e magnésio à cultura. Além desses efeitos diretos, a cultura é beneficiada indiretamente, pelo aumento da capacidade de troca de cátions (CTC) e da disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio, enxofre, fósforo e molibdênio.

No cerrado, a quantidade adequada de calcário a ser aplicado no solo é calculada usando-se o método da saturação por bases, visando elevá-la para um valor desejado na CTC. A fórmula de cálculo da necessidade de calcário (NC) para a camada de 0-20 cm de solo, é:

$$NC \text{ (t/ha)} = (V_2 - V_1) \times CTC / 100 \times f, \text{ sendo:}$$

CTC (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) = capacidade de troca de cátions do solo a pH 7,0 (SB + H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>, em cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>)

V<sub>2</sub> = porcentagem de saturação por bases recomendada para a cultura

V<sub>1</sub> = porcentagem de saturação por bases atual do solo, calculada pela fórmula: (SB / CTC) x 100

SB = soma de bases trocáveis (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup>, em cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>)

f = fator de correção do PRNT do calcário,  $f = 100 / \text{PRNT}$

PRNT = Poder Residual de Neutralização Total do calcário

No cerrado, a saturação por bases recomendada para o algodoeiro é de 60% (V<sub>2</sub>) na camada 0-20 cm, e pelo menos 45-50% nas camadas mais profundas (20-40, 40-60 cm). Recomenda-se fazer reaplicação de calcário quando a saturação for menor ou igual a 50%. Em áreas com mais de dez anos de sistema plantio direto, com elevado teor de matéria orgânica, é possível se obter produtividade acima de 4.500 kg/ha com saturação por bases em torno de 45-50%, na camada 0-20 cm, dependendo da cultivar. Para valores de saturação por bases maiores que 65%, o pH em água do solo será maior que 6,2 e, nesta condição, pode ocorrer redução da disponibilidade dos micronutrientes, principalmente zinco, manganês e cobre, com conseqüente deficiência na planta e diminuição da produtividade.

Quanto ao tipo de calcário, como o algodoeiro é exigente em magnésio, recomenda-se o uso de calcário dolomítico ou magnesiano quando o teor de magnésio no solo for inferior a 1,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; a saturação de Mg na CTC ideal para o algodoeiro se situa na faixa de 13 a 16%.

Para que ocorra sua reação no solo e produza os efeitos desejáveis, o calcário necessita ser aplicado com pelo menos dois meses de antecedência do plantio, antes do início das chuvas. Ressalta-se que as quantidades de calcário são calculadas para corrigir determinado volume de solo, geralmente na camada 0-20 cm e sua incorporação até 30 cm de profundidade pode ser feita com máquinas existentes no mercado, porém as quantidades aplicadas devem ser ajustadas. Do mesmo modo, quando o calcário for aplicado a lanço sem incorporação ou incorporado em profundidade inferior a 20 cm, as quantidades aplicadas deverão ser ajustadas para evitar elevação excessiva de pH na superfície do solo e conseqüente deficiência dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn.

No sistema convencional já está bem definido que o calcário deve ser incorporado com arado e grade, podendo ser parcelado em duas vezes: metade antes da aração e metade antes da gradagem, quando a dose for

maior que 5 t/ha; no sistema de plantio direto (SPD) já consolidado, a reaplicação de calcário deve ser feita a lanço, na superfície do solo, sem incorporação. Neste caso, para evitar deficiência de micronutrientes, é recomendável monitorar a fertilidade do solo anualmente e, quando necessária a correção, aplicar pequenas quantidades de calcário anualmente ou a cada dois anos, ao invés de doses elevadas, no intervalo de 3 a 4 anos.

### Gessagem

Por ser mais solúvel e mais móvel no solo que o calcário, o gesso apresenta capacidade de diminuir a saturação por alumínio trocável e aumentar os teores de cálcio e enxofre nas camadas do solo abaixo de 20 cm de profundidade. Com isto, criam-se condições químicas mais favoráveis ao aprofundamento do sistema radicular, permitindo a exploração de maior volume de solo e maior absorção de água e nutrientes pelas plantas. Assim, as plantas superam, com maior facilidade, a deficiência de água durante a ocorrência de “veranicos”, como os que freqüentemente ocorrem no cerrado.

O uso do gesso é recomendado quando, na camada subsuperficial (20-40, 40-60 cm), a saturação por alumínio na CTC efetiva ( $[Al \div (Ca + Mg + K + Na) \times 100]$ ) for superior a 20% ou o teor de cálcio for inferior a 0,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. Satisfeita uma dessas condições, a dose máxima de gesso (DG) a ser aplicada no solo pode ser calculada pela fórmula:  $DG \text{ (kg/ha)} = 50 \times \% \text{ de argila}$ .

Em solos argilosos a aplicação de gesso geralmente provoca a lixiviação de magnésio para as camadas subsuperficiais, inclusive abaixo de 60 cm de profundidade, razão por que o uso de altas doses de gesso deve ser feito em conjunto com calcário dolomítico, sobretudo em solos com teores de Mg abaixo de 1,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>. Em solos arenosos, a aplicação de gesso também é recomendada para o aprofundamento do sistema radicular das culturas no cerrado, em decorrência dos freqüentes períodos de estiagem; porém a perda de bases do solo deve ser monitorada para não comprometer, especialmente, a adubação potássica.

## Exigência Nutricional e Adubação

### Extração e Exportação dos Nutrientes pelo Algodoeiro

O algodoeiro é uma planta que evoluiu sobre solos ricos em nutrientes, tendo necessidade de solos férteis para produzir adequadamente e, assim, extrai e exporta (pluma + sementes) grandes quantidades de nutrientes durante o seu ciclo (Tabela 3). Observa-se que a cultura é mais exigente em nitrogênio e potássio, seguindo-se cálcio, magnésio, fósforo e enxofre. As quantidades totais de nitrogênio, fósforo e potássio extraídas pelo algodoeiro para produzir uma tonelada de algodão em caroço, encontradas na literatura, estão na faixa de 48 a 85 kg de N, 13 a 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 43 a 60 de K<sub>2</sub>O.

Nota-se que menos de 50% do total absorvido são exportados na forma de fibra e sementes (Tabela 3); assim, a maior parte dos nutrientes extraídos retorna ao solo no processo de decomposição dos resíduos da cultura, principalmente potássio, cuja taxa de exportação é de apenas 30% do total acumulado.

Com relação aos micronutrientes, as quantidades requeridas pelas plantas de algodão são muito

**Tabela 3.** Extração total e exportação (kg/1.000 kg de algodão em caroço) de macronutrientes por sete diferentes cultivares de algodoeiro no Cerrado da Bahia. São Desidério, BA, safra 2003/2004

Cultivar	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
Extração total, kg/1.000 kg de algodão em caroço						
BRS Camaçari	78,8	26,0	83,7	42,3	31,7	6,0
BRS Ipê	61,1	23,3	64,0	31,6	21,7	4,5
BRS Sucupira	82,8	30,3	88,8	46,9	34,5	7,4
BRS Aroeira	77,8	27,5	78,0	39,2	28,1	5,8
Delta Opal	61,8	22,7	64,8	33,4	22,6	5,2
Fibermax 966	58,7	24,4	64,4	30,0	22,9	5,3
Suregrow	68,2	26,4	73,8	33,1	25,7	5,9
<b>Média</b>	<b>69,3</b>	<b>25,6</b>	<b>73,3</b>	<b>36,3</b>	<b>26,5</b>	<b>5,7</b>
Exportação total, kg/1.000 kg de algodão em caroço*						
BRS Camaçari	38,6	12,5	25,1	4,6	16,8	3,6
BRS Ipê	30,0	11,2	19,2	3,5	11,5	2,7
BRS Sucupira	40,6	14,5	26,6	5,2	18,3	4,4
BRS Aroeira	38,1	13,2	23,4	4,3	14,9	3,5
Delta Opal	30,3	10,9	19,4	3,7	12,0	3,1
Fibermax 966	28,7	11,7	19,3	3,3	12,1	3,2
Suregrow	33,4	12,7	22,1	3,6	13,6	3,5
<b>Média</b>	<b>33,9</b>	<b>12,3</b>	<b>22,0</b>	<b>4,0</b>	<b>14,0</b>	<b>3,4</b>

\*Quantidades estimadas a partir dos seguintes coeficientes de exportação: N – 49%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 48%; K<sub>2</sub>O – 30%; CaO – 10%; MgO – 53% e S – 60%



pequenas; para cada 1.000 kg de algodão em caroço são extraídos cerca de 120 g de boro, 45 g de cobre, 1.300 g de ferro, 95 g de Mn, 1 g de molibdênio e 50 g de zinco. Em geral, a exportação de micronutrientes para cada 1.000 kg de algodão em caroço produzidos se situa na faixa de 20 a 33 g de boro, 6 a 8 g de cobre, 10 a 500 g de ferro, 10 a 42 g de manganês e 11 a 45 g de zinco. Embora sejam requeridos em menores quantidades, a deficiência de qualquer um dos micronutrientes afeta os processos metabólicos da planta, podendo ocasionar redução da produtividade.

### Absorção e Acumulação dos Nutrientes

O conhecimento das quantidades totais de nutrientes absorvidos e exportados pelo algodoeiro, associado aos resultados de análise de solo e ao histórico de calagem e adubações da área, permite estimar as doses de fertilizantes a serem aplicadas. Pela marcha de absorção e acumulação dos nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, são obtidas informações do período de maior exigência durante o ciclo da cultura. Essas informações, juntamente com o conhecimento da dinâmica dos nutrientes no solo, do potencial de perdas (lixiviação, precipitação, "fixação") e da eficiência de extração pela cultura, condicionam as melhores alternativas de modos e épocas de aplicação, visando à máxima eficiência do uso de fertilizantes.

O algodoeiro se caracteriza como planta de crescimento inicial lento, com alta taxa de acumulação de matéria seca a partir dos 25 dias do plantio (Figura 2A). A marcha de absorção dos nutrientes pela planta segue o padrão de crescimento, aumentando significativamente a partir dos 30 dias do plantio (Figura 2B), coincidindo

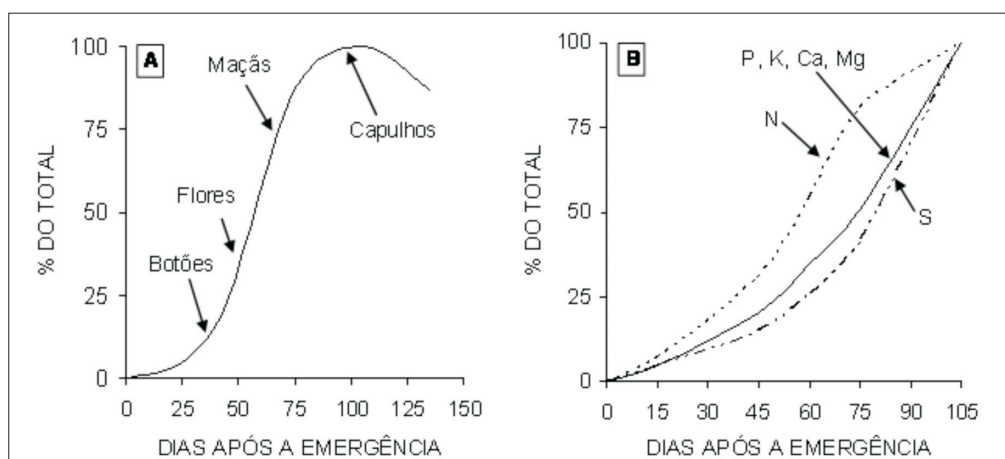
com a emissão dos primeiros botões florais e alcançando absorção máxima diária entre 60 a 90 dias, após a germinação.

Em média, cerca de 62% de N, 66% de P, 57% de K, 56% de Ca, 59% de Mg e 51% de S são absorvidos entre os 50 e 150 dias após a germinação, ou seja, após o início do florescimento. O padrão de absorção dos micronutrientes é semelhante ao dos macronutrientes.

### Adubação com Nitrogênio

Para obtenção de altas produtividades, o algodoeiro extrai elevadas quantidades de nitrogênio (Tabela 3), havendo necessidade de adubação nitrogenada para complementar a quantidade fornecida pelo solo.

Usualmente, as recomendações de adubação nitrogenada são realizadas com base em curvas de resposta da cultura à aplicação de doses crescentes, produtividade esperada, rotação de culturas e histórico da área. Na maioria dos experimentos realizados na região do cerrado, em solos de textura média a argilosa e em condições de sequeiro, respostas econômicas foram obtidas com doses de 100 a 130 kg/ha de nitrogênio em cobertura, que possibilitaram produtividades médias em torno de 4.000 a 4.500 kg/ha de algodão em caroço. Nesses tipos de solo, respostas a doses mais elevadas podem ocorrer em função da baixa eficiência de absorção da cultura devido, por exemplo, a um problema de compactação, que restringe o crescimento das raízes; a aplicação de doses muito elevadas de nitrogênio reduz o rendimento de fibras.



**Fig. 2.** Acúmulo de matéria seca (A) e de nutrientes (B) pelo algodoeiro  
Fonte: Adaptado de Malavolta (1987)

Na Tabela 4 são apresentadas sugestões de quantidades de nitrogênio a se aplicar no sulco de plantio e em cobertura, em função da expectativa de produtividade de algodão em caroço da cultura.

Em áreas com alto potencial de resposta a nitrogênio, como solos arenosos com baixos teores de matéria orgânica ou primeiros anos de plantio direto, cuja cultura antecessora ao algodão foi uma gramínea, as quantidades em cobertura podem ser aumentadas em 20%; porém, se o algodão for cultivado após a soja, a adubação nitrogenada poderá ser reduzida em até 20%, especialmente se três ou mais anos de cultivo sucessivo dessa leguminosa tenham sido realizados no local.

### Parcelamento e épocas de aplicação

Considerando-se a marcha de absorção de nitrogênio pela planta e os resultados de experimentos conduzidos em condições de campo no cerrado, recomenda-se que a adubação nitrogenada em cobertura seja realizada no máximo até 55-60 dias após a emergência, parcelada em duas aplicações, em que a primeira deve ser realizada por ocasião do aparecimento dos primeiros botões florais, na fase B1 (25-30 dias após a emergência), e a segunda no início do florescimento (fase F1). Em solos arenosos, em especial com ocorrência de chuvas intensas durante o ciclo da cultura, o parcelamento da adubação nitrogenada é

**Tabela 4.** Indicações da quantidade de nitrogênio a se aplicar na cultura do algodoeiro, em função da produtividade esperada de algodão em caroço

Expectativa de produtividade <sup>1/</sup> (kg/ha)	Plantio	Cobertura
	kg/ha de N	
Até 3.000	15 a 20	70
4.000	20 a 25	100
5.000 <sup>2/</sup>	20 a 25	125
6.000 <sup>2/</sup>	20 a 25	150

<sup>1/</sup> Expectativa de produtividade com base na maior produtividade alcançada na região ou nos melhores talhões da propriedade, para condição similar de solo, cultivar e manejo. <sup>2/</sup> É pouco provável alcançar este nível de produtividade em solos em processo de correção de sua fertilidade ou em locais com pluviosidade inferior a 1.200 mm, bem distribuídos nos primeiros 160 dias do ciclo da cultura

fundamental para assegurar que a sua eficiência se mantenha acima de 70%, sobretudo para doses acima de 120 kg/ha. Aplicações tardias, além de não resultarem em acréscimo de produtividade, podem alongar o ciclo da cultura, tornando a planta mais susceptível a pragas e doenças.

Em regiões com chuvas regulares a partir de setembro e durante todo o ciclo da cultura, em sistema de plantio direto ou semi-direto, parte da adubação de cobertura do algodoeiro (30 a 50 kg/ha de N) pode ser antecipada para a cultura de cobertura do solo (milheto, braquiária ou outra gramínea), especialmente se a quantidade total a ser aplicada for maior que 120 kg/ha. Essa prática permite maior desenvolvimento vegetativo da cultura de cobertura e maior eficiência da ciclagem de nutrientes; contudo, é um procedimento arriscado em regiões com histórico de poucas chuvas na primavera.

A aplicação de uréia na superfície do solo sem incorporação, em particular na presença de restos culturais, pode provocar perdas significativas do nitrogênio aplicado, por volatilização. A água de chuva ou da irrigação, logo após a aplicação, ao conduzir o fertilizante para dentro do solo, reduz consideravelmente essas perdas.

No caso de ocorrerem sintomas de deficiência na fase de frutificação em virtude, por exemplo, de um período de “veranico”, poderão ser efetuadas pulverizações foliares, juntamente com inseticidas, usando-se uréia a 5% ou outras fontes comerciais de fertilizantes foliares disponíveis no mercado.

### Adubação com Fósforo

Os solos da região do cerrado são naturalmente pobres em fósforo, sendo oportuno fazer correções visando atingir níveis adequados ao desenvolvimento das culturas. A indicação das quantidades a serem aplicadas, sobretudo para a adubação corretiva, é feita com base nos resultados da análise de solo. A interpretação dos resultados de análise de solo para fósforo na região do cerrado, é apresentada na Tabela 5, considerando-se o extrator utilizado nos laboratórios da região, ou seja, o Mehlich-1.

**Tabela 5.** Rendimento potencial e interpretação da análise de solo para o P extraído pelo método de Mehlich-1, de acordo com o teor de argila, para recomendação de adubação fosfatada em sistema de sequeiro com culturas anuais no cerrado

Teor de argila	Rendimento potencial da cultura (%)				
	0-40	41-60	61-80	81-90	>90
	Interpretação dos teores de P no solo				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado	Alto
%	mg/dm <sup>3</sup>				
≤ 15	0,0 a 6,0	6,1 a 12,0	12,1 a 18,0	18,1 a 25,0	> 25,0
16-35	0,0 a 5,0	5,1 a 10,0	10,1 a 15,0	15,1 a 20,0	> 20,0
36-60	0,0 a 3,0	3,1 a 5,0	5,1 a 8,0	8,1 a 12,0	> 12,0
> 60	0,0 a 2,0	2,1 a 3,0	3,1 a 4,0	4,1 a 6,0	> 6,0

Fonte: Sousa e Lobato (2004), com adaptações

Quando o teor de fósforo no solo se encontra abaixo do adequado, pode-se fazer a adubação corretiva (fosfatagem) para a qual existem duas alternativas: a adubação corretiva total, feita de uma só vez, com posterior manutenção do nível de fertilidade alcançado, ou a correção gradativa, aplicando-se uma quantidade maior que a adubação de manutenção no sulco de semeadura, até atingir os teores adequados no solo. A recomendação para a adubação fosfatada corretiva no cerrado, de acordo com os teores de argila e fósforo disponível no solo, encontra-se na Tabela 6.

Preferindo-se a adubação corretiva de uma única vez, a quantidade de fósforo necessária (Tabela 6) deve ser

**Tabela 6.** Recomendação de adubação fosfatada corretiva total, de acordo com a disponibilidade de fósforo e com o teor de argila do solo, em sistema de sequeiro, no cerrado

Argila	Adubação corretiva total <sup>1/</sup>		
	P muito baixo	P baixo	P médio
	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>3/</sup>		
(%)			
≤ 15 <sup>2/</sup>	60	30	15
16 a 35	100	50	25
36 a 60	200	100	50
> 60	280	140	70

<sup>1/</sup> Classes de disponibilidade de P no solo conforme a Tabela 5. <sup>2/</sup> Para esta classe textural, teor de (argila + silte) = 15.

<sup>3/</sup> Considerar apenas os teores de P solúvel nas fontes, conforme os métodos oficiais, exceto para os fosfatos naturais reativos, onde o P total pode ser usado no cálculo

Fonte: Sousa e Lobato (2004)

aplicada a lanço e incorporada à camada arável, visando corrigir um volume maior de solo possibilitando, desta forma, maior absorção de água e nutrientes pelas raízes; esta prática permite melhor desenvolvimento do sistema radicular logo no primeiro ano mas a eficiência diminui nos anos seguintes; contudo, doses menores que 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> devem ser aplicadas no sulco de semeadura, seguindo-se o princípio da adubação corretiva gradual.

Quando não houver possibilidade financeira de se fazer a correção de uma só vez, a opção é utilizar a adubação corretiva gradual, prática que consiste em se aplicar, no sulco de semeadura ou a lanço, uma quantidade de fósforo maior que a indicada para a adubação de manutenção de modo que, após alguns anos, seja atingida a disponibilidade de fósforo desejada no solo. Por exemplo, se o teor de P no solo com 50% de argila for classificado como muito baixo, o total de 200 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> necessários para a adubação corretiva (Tabela 6) pode ser aplicado em até cinco anos, de acordo com a disponibilidade de recursos do produtor.

Considerando-se, por outro lado, que se queira fazer a correção dentro de quatro anos, pode-se-a acrescentar 1/4 (50 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) à adubação de manutenção (Tabela 7).

Quando os teores no solo atingem níveis adequados ou altos (Tabela 5) recomenda-se a adubação de manutenção baseada na quantidade de nutrientes extraídos e exportados pela cultura, na expectativa de produtividade e nos fatores que afetam a eficiência do uso de fertilizantes. Devido à baixa eficiência da



**Tabela 7.** Sugestões de adubação fosfatada de manutenção do algodoeiro cultivado no cerrado, em função da expectativa de produtividade e da interpretação da análise do solo

Expectativa de produtividade <sup>1/</sup> (kg/ha)	Teor de fósforo no solo (ver Tabela 5)	
	Adequado	Alto <sup>4/</sup>
	kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>3/</sup>	
Até 3.000	70	40
4.000	90 a 100	50
5.000 <sup>2/</sup>	110 a 125	60
6.000 <sup>2/</sup>	130 a 150	70

<sup>1/</sup> Expectativa de produtividade com base na maior produtividade alcançada na região ou nos melhores talhões da propriedade, para condição similar de solo, cultivar e manejo. <sup>2/</sup> É pouco provável alcançar esse nível de produtividade em solos em processo de correção de sua fertilidade ou em locais com pluviosidade inferior a 1.200 mm durante o ciclo, razoavelmente bem distribuída nos primeiros 160 dias do ciclo da cultura.

<sup>3/</sup> Doses estimadas considerando que o algodoeiro extrai cerca de 22 a 25 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para cada 1.000 kg de algodão em caroço produzidos. <sup>4/</sup> Nível alto de fósforo no solo, no qual a adubação pode ser reduzida, aplicando-se a quantidade exportada pela cultura (cerca de 12 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para produzir 1.000 kg de algodão em caroço) ou até suprimida, em anos de elevada relação de preços insumo/produto. Nos anos em que esta relação estiver mais favorável, pode-se usar os mesmos níveis de adubação da coluna anterior

adubação fosfatada e à extração de pequenas quantidades durante o ciclo do algodoeiro, é recomendável aplicar a quantidade total extraída pela cultura a cada safra e acompanhar a evolução dos teores no solo; quando, porém, os teores no solo são considerados altos, a adubação deve ser reduzida, sobretudo em anos com alta relação insumo/produto, aplicando-se a quantidade total exportada no produto colhido.

Apresentam-se, na Tabela 7, sugestões para a adubação de manutenção do algodoeiro, em função da produtividade esperada. Ao se fazer a adubação corretiva indicada na Tabela 6, deve-se efetuar, também, a adubação de manutenção, para a qual se recomenda o uso de fontes de fósforo solúveis em água ou em CNA (citrate neutro de amônio) mais ácido cítrico (superfosfatos, fosfato natural reativo).

Quanto ao modo de aplicação dos fertilizantes, para doses inferiores a 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em solos com teores abaixo do adequado, a aplicação no sulco de semeadura é mais eficiente que a lanço; já em solos com

teores adequados a altos, a aplicação do fertilizante pode ser feita a lanço ou no sulco sem ocorrer diferença de produtividade, porém é conveniente fornecer pelo menos 40 a 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco de plantio para garantir a uniformidade das plantas. Havendo interesse, sobretudo no sistema plantio direto, parte da adubação fosfatada pode ser aplicada em pré-plantio, na cultura de cobertura do solo.

### Adubação com potássio

O potássio é o elemento absorvido em maiores quantidades pelo algodoeiro, depois do nitrogênio (Tabela 3), sendo que, em média, 28 a 30% são exportados na fibra e nas sementes. Assim como o fósforo, a análise química do solo para potássio, associada ao histórico de adubações da área e com o conhecimento das quantidades extraídas e exportadas pelo algodoeiro, permite determinar, com precisão, as doses de fertilizantes a serem aplicadas para assegurar a obtenção de altas produtividades e qualidade de fibra.

A interpretação da análise de solo para potássio é apresentada na Tabela 8. A exemplo do fósforo, se o teor no solo for muito baixo, é possível fazer adubação corretiva também para o potássio (potassagem), em quantidade suficiente para elevar a sua saturação na CTC a pH 7,0 para 3 a 4%. Considera-se, para o cálculo, que para elevar em 0,01 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> o teor de potássio na análise de solo, considerando-se a camada de incorporação de 0 a 20 cm, se necessita aplicar: 8,5 kg/ha de K<sub>2</sub>O em solos com até 30% de argila; 9,4 kg/ha de K<sub>2</sub>O em solos com 31-40% de argila; 10,1 kg/ha de K<sub>2</sub>O em solos com 41-50% de argila; 10,9 kg/ha de K<sub>2</sub>O em solos com 51-60% de argila e 12,1 kg/ha de K<sub>2</sub>O em solos com mais de 60% de argila. Porém, em solos arenosos com menos de 20% de argila e CTC menor que 4,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, a adubação corretiva total não é recomendada em razão do elevado potencial de lixiviação. A adubação potássica corretiva pode ser feita também de maneira gradual, através de aplicações anuais de quantidades de K<sub>2</sub>O um pouco maiores que aquelas recomendadas pela adubação de manutenção realizada no sulco de plantio.

Tem-se, na Tabela 9, uma sugestão de adubação para o cerrado, em função dos teores no solo e da expectativa de produtividade.

**Tabela 8.** Interpretação da análise de solo para potássio, no Estado de Minas Gerais e no cerrado, de acordo com CTC do solo para recomendação de adubação de culturas anuais

Estado/Região	CTC a pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	Interpretação				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Adequado/Bom	Alto/Muito bom
		-----Teor de K no solo (mg/dm <sup>3</sup> ) – Extrator Mehlich 1 -----				
Minas Gerais <sup>1f</sup>		≤ 15	16 a 40	41 a 70	71 a 120	> 120
Cerrado <sup>2f</sup>	≤ 4,0	-	≤ 15	16 a 30	31 a 40	> 40
	> 4,0	-	≤ 25	26 a 50	51 a 80	> 80

Fonte: <sup>1f</sup>Comissão... (1999), <sup>2f</sup>Sousa e Lobato (2004)

**Tabela 9.** Sugestão de adubação potássica do algodoeiro na região do cerrado, em função dos teores disponíveis no solo e da produtividade esperada de algodão em caroço

Produtividade esperada <sup>1/</sup> (kg/ha)	Teor de K no solo, mg/dm <sup>3</sup> (camada de 0-20 cm)				
	< 25	26-50	51-80	81-120	> 120 <sup>4/</sup>
	kg/ha de K <sub>2</sub> O <sup>2/</sup>				
Até 3.000	160	130	80	60	40
4.000	180	150	120	80	50
5.000 <sup>3/</sup>	200	170	140	100	60
6.000 <sup>3/</sup>	220	190	160	120	70

<sup>1/</sup> Expectativa de produtividade com base na maior produtividade alcançada na região ou nos melhores talhões da propriedade, para condição similar de solo, cultivar e manejo. <sup>2/</sup> As doses sugeridas incluem a adubação corretiva mais a adubação de manutenção. <sup>3/</sup> É pouco provável alcançar esse nível de produtividade em solos em processo de correção de sua fertilidade ou em locais com pluviosidade inferior a 1.200 mm durante o ciclo, razoavelmente bem distribuído nos primeiros 160 dias do ciclo da cultura. <sup>4/</sup> Nível alto de potássio no solo, acima do qual a adubação pode ser reduzida ou até suprimida, em anos de elevada relação de preços insumo/produto; nos anos em que esta relação estiver mais favorável, pode-se usar os mesmos níveis de adubação da coluna anterior

Além dos valores absolutos de potássio, para o algodoeiro é também muito importante manter o equilíbrio nas relações entre os cátions na CTC do solo. Resultados de pesquisa têm mostrado que a produtividade tende a cair quando a relação (Ca + Mg)/K é maior que 33.

Um dos fatores que influenciam a resposta do algodoeiro à adubação potássica é o genótipo. Experimentos conduzidos pela Embrapa, em Goiás, Bahia e Mato Grosso do Sul, têm mostrado que as cultivares respondem diferentemente à aplicação de doses crescentes de fertilizantes. As cultivares Fibermax 966, Delta Opal e Suregrow têm respondido a doses mais elevadas de nutrientes (especialmente potássio) que as cultivares nacionais da EMBRAPA (principalmente a BRS Aroeira) e do Instituto

Agrônomo de Campinas (IAC) porém estas últimas são mais rústicas e se adaptam melhor às condições de baixa fertilidade do solo ou a locais sujeitos a períodos secos prolongados, onde é maior o risco da adubação.

### Modos, épocas de aplicação e parcelamento

O maior requerimento de potássio pelo algodoeiro ocorre entre o aparecimento dos primeiros botões florais até o início do enchimento das maçãs, sendo que a absorção máxima ocorre no pico do florescimento, indicando que todo o potássio fornecido na adubação via solo deve ser aplicado até o início do florescimento.

A quantidade total de potássio na adubação via solo deve ser aplicada até o início do florescimento para garantir o seu fornecimento no período de maior exigência da cultura. Em solos de textura média a argilosa, com CTC a pH 7,0 maior que 4,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, todo o K pode ser aplicado a lanço em pré-plantio, principalmente na cultura de cobertura do solo que antecede o algodão, tendo-se a possibilidade de adubar o sistema, ou logo após, a semeadura. Porém, em solos arenosos com baixa CTC e teores muito baixos de K, especialmente sem a presença de uma cultura de cobertura, recomenda-se o parcelamento da adubação potássica junto com a nitrogenada, de modo que a maior parte seja fornecida no período de maior requerimento da cultura, em especial com a aplicação de altas doses, para evitar perdas por lixiviação.

Em solos com baixa CTC, a aplicação dos fertilizantes potássicos deve ser feita, de preferência, a lanço, pois a alta concentração do nutriente causada por grandes quantidades de adubo, distribuídas em pequeno volume de solo, favorece as perdas por lixiviação. Como regra prática, a soma de nitrogênio mais potássio (N + K<sub>2</sub>O) no sulco de plantio não deve ser superior a 90 kg/ha,

para evitar problemas na germinação devido ao aumento da salinidade, provocado pelos fertilizantes.

### Adubação foliar com potássio

Os resultados de pesquisas sobre adubação foliar com potássio não são consistentes e indicam que nem sempre ocorre efeito positivo ou, em alguns casos, o acréscimo de produtividade não é suficiente para compensar os custos; desta forma, não se recomenda fazer pulverizações foliares com potássio, de maneira preventiva.

A pulverização foliar com potássio tem potencial de resposta nas seguintes condições: (i) campos conhecidos com problemas de deficiências freqüentes de potássio; (ii) lavouras com variedades de porte baixo e ciclo curto com potencial para obtenção de produtividades superiores a 4.500 kg/ha, cuja adubação via solo foi insuficiente; (iii) quando a absorção pelas raízes é comprometida, mesmo havendo disponibilidade do nutriente no solo devido, por exemplo, ao estresse hídrico, quando da ocorrência de um longo período de “veranico” (superior a 20 dias) na fase de máximo florescimento e enchimento de maçãs. Neste caso, recomenda-se fazer três a quatro aplicações de 3,0 a 5,0 kg/ha de  $K_2O$ , a partir da segunda semana do início do florescimento, espaçadas 7 a 14 dias. Cerca de 60 a 85% do potássio aplicado são absorvidos pelas folhas, 24 a 48 horas após a pulverização, porém uma vez absorvido é rapidamente translocado para as maçãs.

Em regiões com potencial produtivo inferior a 3.800 kg/ha ou para as variedades tradicionais de porte médio a alto, é pouco provável a obtenção de respostas positivas à aplicação de potássio via pulverização foliar, caso a adubação via solo tenha sido eficiente.

### Adubação com Enxofre

Nos solos cujo teor de enxofre na forma de sulfato ( $S-SO_4^{2-}$ , extraído com  $CaH_2(PO_4)_2$ ) for menor que 10 mg/dm<sup>3</sup>, há grande possibilidade de resposta do algodoeiro à adubação com esse nutriente; no entanto, o sulfato tende a se acumular nas camadas subsuperficiais do solo, de modo que um diagnóstico mais correto da disponibilidade de enxofre deve incluir a análise abaixo da camada 0-20 cm. Além da indicação da análise de solo, as situações que aumentam a

possibilidade de resposta do algodoeiro ao enxofre são: solos arenosos com baixo teor de matéria orgânica; aplicação de doses elevadas de adubos fosfatados e uso intensivo de formulações concentradas sem ou com baixa concentração de enxofre.

A análise de solo deve ser complementada com os resultados da análise foliar. Para o algodoeiro, altas produtividades têm sido obtidas quando os teores de enxofre na folha se encontram entre 4 e 6 g/kg na matéria seca. O algodoeiro extrai pequena quantidade de enxofre do solo, que varia de 4 a 8 kg/ha para cada 1.000 kg/ha de algodão em caroço produzidos, dos quais cerca de 60% são exportados (semente + fibra); assim, recomenda-se aplicar pelo menos 30-40 kg/ha, anualmente.

O manejo da adubação com enxofre é feito, usualmente, junto com fertilizantes nitrogenados e fosfatados que o contenham, como o sulfato de amônio (22-24 % S) e o superfosfato simples (10-12 % S). Na adubação de plantio deve-se preferir as formulações que contêm entre 4 a 8% de enxofre em sua composição. Se for usado gesso (13 a 15% S) para elevar a saturação por bases do subsolo, a quantidade de enxofre fornecida será suficiente; caso contrário, o gesso pode ser usado como fonte de enxofre, na dose de 300 a 500 kg/ha. Outra fonte de enxofre encontrada no mercado é o enxofre elementar (em pó) ou “flor de enxofre” (95% de S).

### 5.7 Adubação com Micronutrientes

A recomendação de micronutrientes para o algodoeiro no cerrado, com base na análise de solo, ainda é bastante limitada, devido à insuficiência de experimentos de calibração para esses nutrientes e, por isso, a diagnose foliar (Tabelas 1 e 2) é muito importante para auxiliar na recomendação e monitorar, ao longo dos anos, possíveis problemas de deficiência ou de fitotoxicidade. Nas Tabelas 10 e 11 é apresentada uma aproximação de interpretação da análise de solo para micronutrientes no cerrado e em Minas Gerais, respectivamente. Experimentos conduzidos no cerrado indicam que em solos com 60% de saturação por bases e teores de zinco acima de 1,5 mg/dm<sup>3</sup> ou de cobre acima de 0,8 mg/dm<sup>3</sup>, há pouca possibilidade de resposta à adubação com esses nutrientes.

**Tabela 10.** Interpretação de resultados de análise de micronutrientes em solos de cerrado, camada 0-20 cm, a pH em H<sub>2</sub>O igual a 6,0

Teor	B <sup>1/</sup>	Cu <sup>2/</sup>	Mn <sup>2/</sup>	Zn <sup>2/</sup>
	mg/dm <sup>3</sup>			
Baixo	0 a 0,2	0 a 0,4	0 a 1,9	0 a 1,0
Médio <sup>3/</sup>	0,3 a 0,5	0,5 a 0,8	2,0 a 5,0	1,1 a 1,6
Alto	> 0,5	> 0,8	> 5,0	> 1,6

<sup>1/</sup> Extrator água quente para B; <sup>2/</sup> Extrator Mehlich 1 para Cu, Mn e Zn; <sup>3/</sup> O limite superior dessa classe indica o nível crítico.

Fonte: Sousa e Lobato (2004)

De modo geral, quando os teores de micronutrientes no solo são classificados como baixos, recomenda-se uma adubação corretiva para atingir níveis adequados e adubações de manutenção para restituir a quantidade exportada pela cultura. A aplicação, a lanço, de 2 kg/ha de cobre, 6 kg/ha de manganês, 0,4 kg/ha de molibdênio e 6,0 kg/ha de zinco ou a divisão dessas quantidades em três anos consecutivos no sulco de plantio, supre as necessidades da cultura por pelo menos quatro cultivos. Entretanto, a análise anual do tecido foliar é importante para verificar os níveis de disponibilidade desses nutrientes no solo para a cultura e avaliar a necessidade de reaplicação.

Dentre os micronutrientes, tem-se observado que o boro é o mais limitante, havendo respostas do algodoeiro, sobretudo em regiões com alto potencial produtivo e solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica. A aplicação de 4 kg/ha de boro a lanço, em pré-plantio, visando corrigir o teor desse nutriente no solo, é uma medida efetiva, com efeito residual de até quatro anos nos solos argilosos do cerrado. A aplicação anual de

1,0 a 3,0 kg/ha, dependendo da expectativa de produtividade, pode ser usada como estratégia de adubação de manutenção ou corretiva. No primeiro ano da calagem é maior o potencial de resposta ao boro, podendo-se aplicar doses mais elevadas (2 a 3 kg/ha); essas quantidades podem ser parceladas (sulco + cobertura, sulco + foliar, sulco + cobertura + foliar), considerando-se que as doses tendem a diminuir na seqüência dos modos de aplicação: a lanço > cobertura > sulco > > foliar.

Quanto ao modo de aplicação, os micronutrientes cobre, zinco e boro devem ser fornecidos, de preferência, via solo (Zn e Cu: a lanço ou no sulco; B: a lanço, no sulco ou em cobertura) devido ao efeito residual por vários anos, principalmente do cobre e do zinco, como já mencionado. No caso do boro, é comprovado que a adubação via solo é mais eficiente que a foliar. A pulverização foliar deve ser usada para complementar a adubação via solo, caso a quantidade aplicada tenha sido insuficiente ou quando a dose usada for muito pequena (0,5 kg/ha). A dose de boro no sulco não deve ultrapassar 1,5 kg/ha em solos argilosos e 1,0 kg/ha em solos arenosos, para evitar toxicidade nas plantas novas.

Quando ocorre aplicação de calcário em excesso, se o pH do solo (pH em água) estiver acima de 6,4, a adubação foliar será mais eficiente que a via solo, condições em que é possível, também, que ocorram sintomas visuais de deficiência de manganês. Nesse caso, é recomendável proceder à correção via aplicação foliar, e duas ou três pulverizações com solução 0,5% de sulfato de manganês são suficientes para suprir a necessidade da cultura.

**Tabela 11.** Classes de interpretação da disponibilidade de micronutrientes no solo, para o estado de Minas Gerais

Micronutriente	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio <sup>1/</sup>	Bom	Alto
	mg/dm <sup>3</sup>				
Zinco <sup>2/</sup>	0,4	0,5 a 0,9	1,0 a 1,5	1,6 a 2,2	> 2,2
Manganês <sup>2/</sup>	2	3 a 5	6 a 8	9 a 12	> 12
Ferro <sup>2/</sup>	8	9 a 18	19 a 30	31 a 45	> 45
Cobre <sup>2/</sup>	0,3	0,4 a 0,7	0,8 a 1,2	1,3 a 1,8	> 1,8
Boro <sup>3/</sup>	0,15	0,16 a 0,35	0,36 a 0,60	0,61 a 0,90	> 0,90

<sup>1/</sup> O limite superior dessa classe indica o nível crítico; <sup>2/</sup> Extrator Mehlich 1 para Cu, Mn e Zn; <sup>3/</sup> Extrator água quente para B.

Fonte: Comissão... (1999)

As fontes de micronutrientes insolúveis em água, como as fritas (FTE) e os óxidos (de Zn, Mn e Cu), têm sua eficiência reduzida quando usadas na forma granulada. Para aplicação no sulco, na forma granulada, é conveniente o uso de fontes com pelo menos 40% do teor total solúvel em CNA (citrato neutro de amônio).

## Considerações Finais

As recomendações oficiais de adubação são diretrizes técnicas importantes para otimizar o retorno do investimento feito na cultura visando ao aumento da produtividade pela melhoria da fertilidade dos solos; elas indicam a faixa de doses de cada nutriente quando é mais confiável investir para melhorar a rentabilidade do empreendimento. Entretanto, somente o valor recomendado não é suficiente para dimensionar as doses usadas na adubação. A conjuntura econômica deve ser analisada, as cultivares mais produtivas devem ser usadas e as melhorias no manejo que permitam a conservação da produtividade contra fatores que tendem a reduzi-la, como ervas daninhas, pragas e doenças, devem ser consideradas. Esses fatores conduzirão à decisão de se usar um pouco mais ou menos da adubação sugerida nos laudos técnicos de análise de solo. O histórico da área e os teores de nutrientes, no solo e na planta, são essenciais para uma decisão de adubação bem embasada.

Algumas práticas potencializam a resposta da adubação, possibilitando a diminuição das quantidades de fertilizantes e aumentando sua eficiência, para a obtenção da mesma produtividade, dentre as quais se pode citar a calagem, a gessagem, a manutenção de cobertura morta sobre a superfície, a rotação de culturas e o parcelamento da adubação nitrogenada e potássica, quando pertinente. Para o máximo aproveitamento da adubação também são essenciais: a boa estruturação do solo e ausência de compactação, o plantio na época indicada para cada região, o uso de sementes de altas percentagens de germinação e vigor, e a definição dos espaçamentos e densidades de plantio apropriados para a cultivar e o sistema de manejo adotado.

Por fim, um bom manejo da adubação, é aquele que visa, sempre, ao máximo retorno econômico e não à máxima produtividade, a qualquer custo.

## Referências Bibliográficas

- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do sul e Santa Catarina**. 3.ed. Passo Fundo: SBCS – Núcleo Regional Sul, 1995. 224p.
- FERREIRA, G.B.; SEVERINO, L.S.; SILVA FILHO, J.L.; PEDROSA, M.B. et al. Manejo e fertilidade do solo. In: SILVA FILHO, J.L.; PEDROSA, M.B. (Coords.) **Resultados de pesquisa com a cultura do algodão no Oeste e Sudoeste da Bahia**: Safra 2003/2004. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004c. p.32-80. (Embrapa Algodão. Documentos, 133).
- FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa do algodão**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 283p. (Fundação MT. Boletim, 4)
- GALRÃO, E.Z. Micronutrientes. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.185-226.
- MALAVOLTA, E. **Manual de calagem e adubação das principais culturas**. São Paulo: Ceres, 1987. 496p.
- PAVINATO, A. Adubação do algodoeiro no cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Algodão - um mercado em evolução – Palestras...** Goiânia: Embrapa Algodão/Fundação GO/FIALGO/FAEG/AGOPA/ALCOTTON/UFG, 2003. 6p.
- ROSOLEM, C.A. **Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 2001. (Potafos. Informações Agrônomicas, 95).
- SILVA, N.M.; RAIJ, B. van. Fibras. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. Cap. 24, p.261-273. (Boletim Técnico, 100).



SILVA, N.M. da. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In: CIA, E.; FREIRE, E.C.; SANTOS, W.J. dos. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. p.57-92.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. Calagem e Adubação. In: Embrapa Agropecuária Oeste(Dourados,MS). **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão, 2001. p.103-123.

ZANCANARO, L.; TESSARO, L.; HILLESHEIM, J.;

VILELA, L. Manejo da adubação na cultura do algodão. In: FUNDAÇÃO MT. **É hora do algodão**. Rondonópolis: Fundação MT, 2004. Disponível em [www.fundacaomt.com.br](http://www.fundacaomt.com.br). (Palestra FMT em campo 2004).

ZANCANARO, L. Manejo do algodoeiro no Estado do Mato Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 5., Salvador, BA, 2005. **Algodão – uma fibra natural -Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. CD-ROM.

YAMADA, T. MALAVOLTA, E.; MARTINS, O.C.; ZANCANARO, L.; CASALE, H.; BAPTISTA, I. **Teores foliares de nutrientes observados em áreas de alta produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1999.



**Circular  
Técnica, 92**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
Embrapa Algodão  
Rua Osvaldo Cruz, 1143 Centenário, CP 174  
58107-720 Campina Grande, PB  
Fone: (83) 3315 4300 Fax: (83) 3315 4367  
e-mail: sac@cnpa.embrapa.br

1ª Edição  
Tiragem: 2000

**Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento**



**Comitê de  
Publicações**

Presidente: Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão  
Secretária Executiva: Nivia Marta Soares Gomes  
Membros: Cristina Schetino Bastos  
Fábio Akiyoshi Suinaga  
Francisco das Chagas Vidal Neto  
Gilvan Barbosa Ferreira  
José Américo Bordini do Amaral  
José Wellington dos Santos  
Nair Helena Arriel de Castro  
Nelson Dias Suassuna

**Expedientes:** Supervisor Editorial: Nivia M.S. Gomes  
Revisão de Texto: Nisia Luciano Leão  
Tratamento das ilustrações: Geraldo F. de S. Filho  
Editoração Eletrônica: Geraldo F. de S. Filho